

SEMINAR SKRIPSI



ABSORPSI REAKTIF CO_2 DENGAN LARUTAN DEA BERPROMOTOR GLYCINE

Oleh:

Maria Hestia Intan Ciptorini 2311 100 045

Kartika Arsi 2311 100 202

Pembimbing:

Dr. Ir. Susianto, DEA.

Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc.

Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember



OUTLINE

Pendahuluan

Metodologi

Pembahasan

Kesimpulan

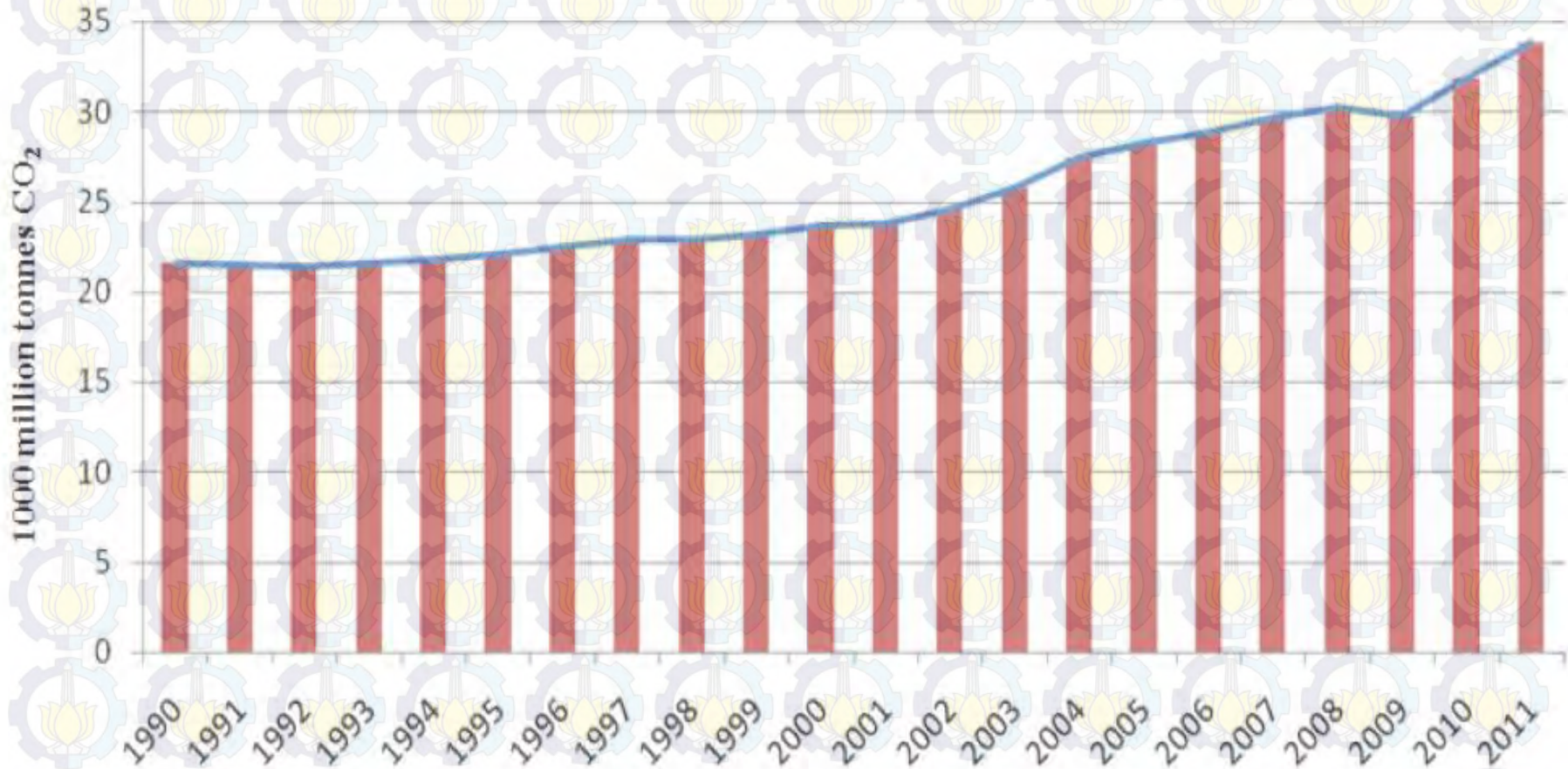


ITS
Chemical
Engineering

PENDAHULUAN



LATAR BELAKANG



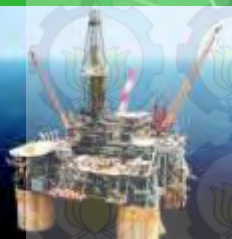
Kenaikan emisi CO₂



LATAR BELAKANG



Industri Petrokimia



Natural Gas



Racun katalis pada sintesa NH_3

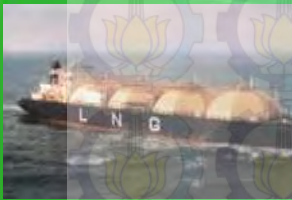
Menurunkan nilai kalor

Penyumbatan pada peralatan

Korosif

Pemanasan Global

Treatment
Gas CO_2



Industri LNG



Penumpukan Gas



ABSORPSI

- Proses absorpsi merupakan proses perpindahan massa antara campuran gas yang dikontakkan dengan pelarut untuk melarutkan satu atau lebih komponen dari campuran gas ke dalam larutan tersebut dan disertai dengan reaksi antara gas dan absorben.
- Penambahan katalis / promotor adalah untuk meningkatkan *performance* pelarut dalam menyerap gas CO_2



PEMILIHAN PELARUT

Alkanolamine

- **Keunggulan** alkanolamine yaitu laju absorpsi cepat dan kereaktifan yang tinggi dengan CO_2
- **Kelemahan** senyawa amine yaitu, panas absorpsi tinggi, tidak dapat memisahkan senyawa-senyawa mercaptan, konsumsi energi untuk regenerasi pelarut cukup tinggi, dan bersifat korosif.

DEA

- **Keunggulan** larutan DEA yaitu memiliki kecepatan reaksi dengan CO_2 lebih cepat dibanding MDEA serta lebih tidak mudah terurai dibanding MEA.
- **Kelemahan** larutan DEA yaitu membutuhkan energi cukup besar untuk meregenerasi, dapat terdegradasi karena oksigen dan memiliki volatilitas yang tinggi.

Glycine

- **Keunggulan** *glycine* yaitu merupakan senyawa amine primer yang bersifat reaktif, mempunyai ketahanan terhadap suhu tinggi sehingga tidak mudah terdegradasi.



PENELITIAN TERDAHULU

Perbandingan	Blauwhoff, 1983	Aboudheir, 2006	Thee, 2012
Tujuan	Mempelajari reaksi antara CO ₂ dan alkanolamine yang mendapati bahwa DEA sangat cocok diterapkan.	Mempelajari kinetika absorpsi CO ₂ pada campuran larutan MEA serta MDEA dengan menggunakan alat laminar jet skala laboratorium.	Mempelajari kinetika absorpsi CO ₂ dalam larutan K ₂ CO ₃ tidak berpromotor dan berpromotor borat.
Pelarut	DEA	MEA & MDEA	K ₂ CO ₃
Promotor	-	-	-
Peralatan	WWC	Laminar Jet Apparatus	WWC
Hasil	DEA $10^{\left(\frac{-2274,5}{T} + 10,4493\right)} \times [DEA]$	MEA $9,56 \times 10^8 \exp\left(\frac{-3802,4}{T}\right)$ MDEA $2,58 \times 10^8 \exp\left(\frac{-3736,5}{T}\right)$	OH ⁻ $2,53 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-4311}{T}\right)$



RUMUSAN MASALAH

Penelitian absorpsi
dengan larutan DEA
dengan beberapa
promotor:
MDEA, MEA, dan
piperazine

Sudah
banyak
dilakukan

Penelitian absorpsi
dengan larutan DEA
dengan promotor *glycine*

Belum
pernah
dilakukan



TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan data kinetika reaksi absorpsi CO_2 dalam larutan DEA dengan promotor *glycine* pada kondisi operasi 1 atm dan suhu 30 – 55°C.



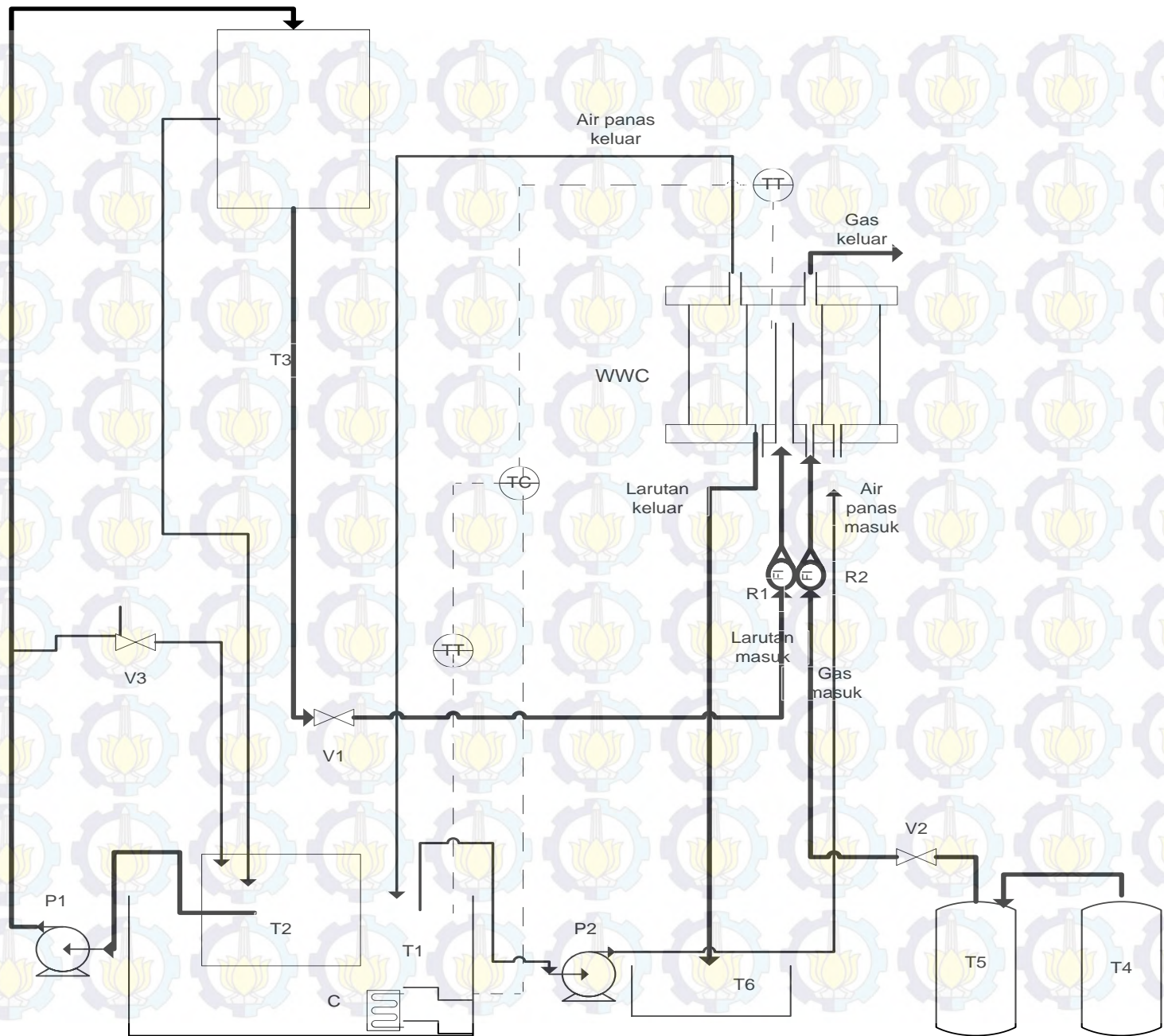
ITS
Chemical Engineering

METODOLOGI



BAHAN PENELITIAN

- Campuran gas karbondioksida dan nitrogen (dengan komposisi CO_2 20% dan N_2 80%)
- DEA (bahan pelarut dengan konsentrasi 30% berat)
- *Glycine* (promotor dengan konsentrasi 1-3% berat)
- Asam oksalat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) $\pm 0.1 \text{ N}$
- Natrium hidroksida (NaOH) $\pm 0.1 \text{ N}$
- Asam klorida (HCl) $\pm 2 \text{ N}$
- Aquadest
- Indikator phenolphthalein (PP)
- Indikator metil orange (MO)





KONDISI OPERASI & VARIABEL

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atmosfer
- Suhu : 30, 35, 40, 45, 50, 55°C

Gas umpan

- Jenis Gas umpan : campuran 20% CO₂ + 80% N₂
- Laju alir gas : 6 L/menit

Pelarut

- Jenis pelarut : DEA
- Konsentrasi pelarut : 30% berat

- Laju alir pelarut : 200 mL/menit

Promotor

- Jenis promotor : *glycine*
- Konsentrasi promotor : 1-3% (% berat)

Variabel Respon

- Konsentrasi awal kandungan bikarbonat pada DEA
- Konsentrasi akhir kandungan bikarbonat pada DEA



EVALUASI DATA

- Perhitungan waktu kontak gas-cairan (Danckwerts, 1970) :

$$t = \frac{h}{U_s} = \frac{2h}{3} \left[\frac{3\mu}{g\rho} \right]^{1/3} \left[\frac{\pi d}{v} \right]^{2/3}$$

- Laju rata-rata absorpsi selama t adalah $Q(t)/t$ adalah (Danckwerts, 1970) :

$$\frac{Q(t)}{t} = \frac{q}{\pi d h}$$

- Perhitungan $[OH^-]$ dan $[CO_2]_e$ (Danckwerts, 1970) :

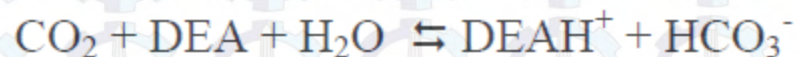
$$[OH^-] = \frac{K_w}{K_2} \frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

$$[CO_2]_e = \frac{K_c K_2}{K_{eq} K_1} \frac{[HCO_3^{2-}]^2}{[CO_3^{2-}]}$$

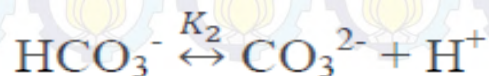
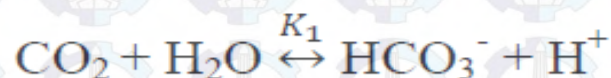
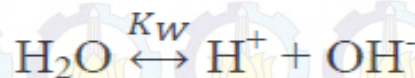
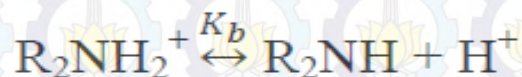


EVALUASI DATA

Reaksi Stoikiometri :



Reaksi Berkesetimbangan :





EVALUASI DATA

Dimana, nilai K_w , K_1 , dan K_2 didapat dari persamaan berikut (Yi dkk, 2009) :

$$K_w = \exp \left(39,555 - \frac{9,879 \times 10^4}{T} + \frac{5,6883 \times 10^7}{T^2} - \frac{1,465 \times 10^{10}}{T^3} + \frac{1,3615 \times 10^{12}}{T^4} \right)$$

$$\log K_1 = - \frac{3404,7}{T} + 14,843 - 0,03279T$$

$$K_2 = \exp \left(-294,74 + \frac{3,6439 \times 10^5}{T} - \frac{1,8416 \times 10^8}{T^2} + \frac{4,1579 \times 10^{10}}{T^3} - \frac{3,5429 \times 10^{12}}{T^4} \right)$$

$$K_b = \exp(-3071.15/T + 6.77 \ln T + (-48.76))$$

$$K_{eq} = \exp \left(-\frac{17067.2}{T} + (-66.8 \ln T) + 439.71 \right)$$



EVALUASI DATA

- Perhitungan nilai C_{Ai} dan k_{ov} (Danckwerts, 1970) :

$$C_{Ai} = \frac{k_g P_A + C_{Ae} \sqrt{D_{AL} k_{ov}}}{k_g H_e + \sqrt{D_{AL} k_{ov}}}$$

- Setelah didapatkan nilai C_{Ai} , maka nilai k_{ov} dapat ditentukan dari persamaan (Danckwerts, 1970):

$$\frac{Q}{t} = \bar{R} = (C_{Ai} - C_{Ae}) \sqrt{D_{AL} k_{ov}}$$

- Menentukan nilai k_{OH^-}

$$\log_{10} k_{OH^-} = 13,635 - \frac{2895}{T}$$



EVALUASI DATA

- Menentukan nilai k_{app} dari persamaan berikut ini :

$$k_{app} = k_{ov} - k_{glycine} [glycine] - k_{DEA} [DEA]$$

Dimana: $k_{app\ glycine} = k_{glycine} [glycine]$

- Konstanta laju reaksi *glycine* ($k_{glycine}$) merupakan fungsi temperatur yang dinyatakan dengan persamaan Arrhenius :

$$k_{glycine} = A_{glycine} e^{\frac{-E}{RT}}$$



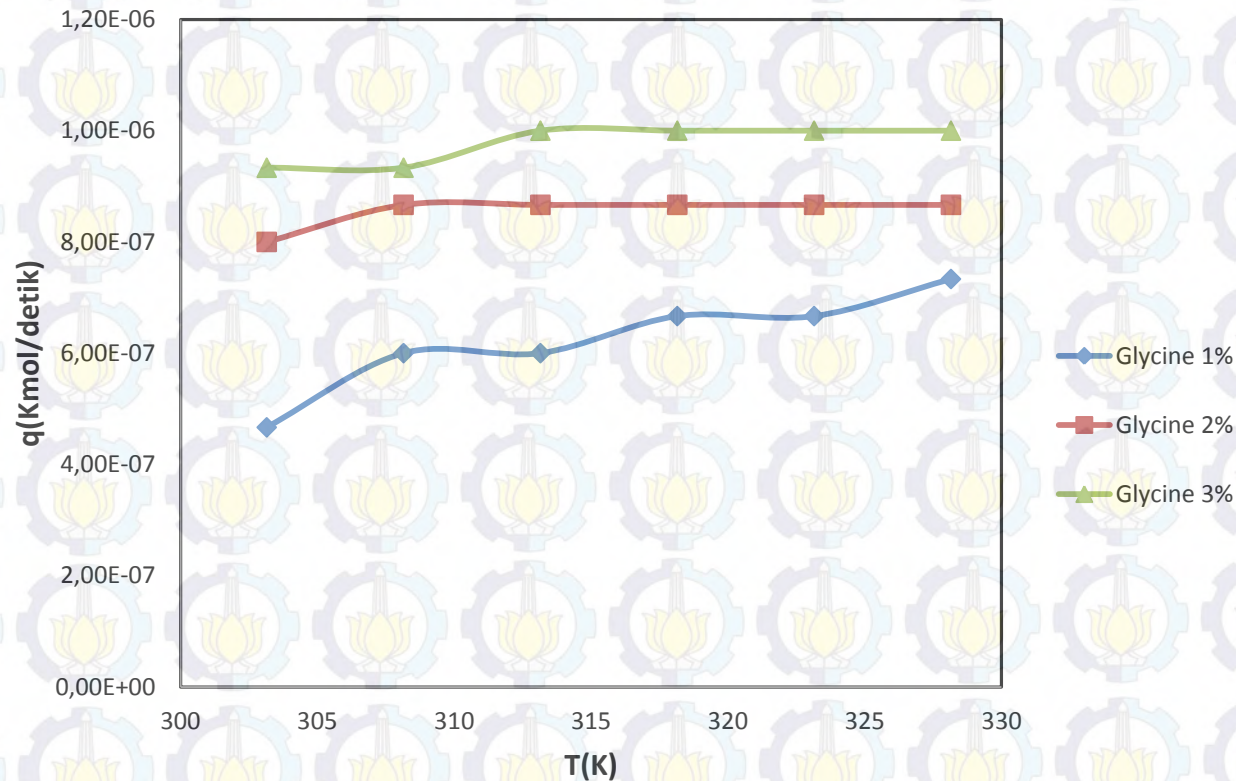
TTS
Chemical
Engineering

PEMBAHASAN



PEMBAHASAN

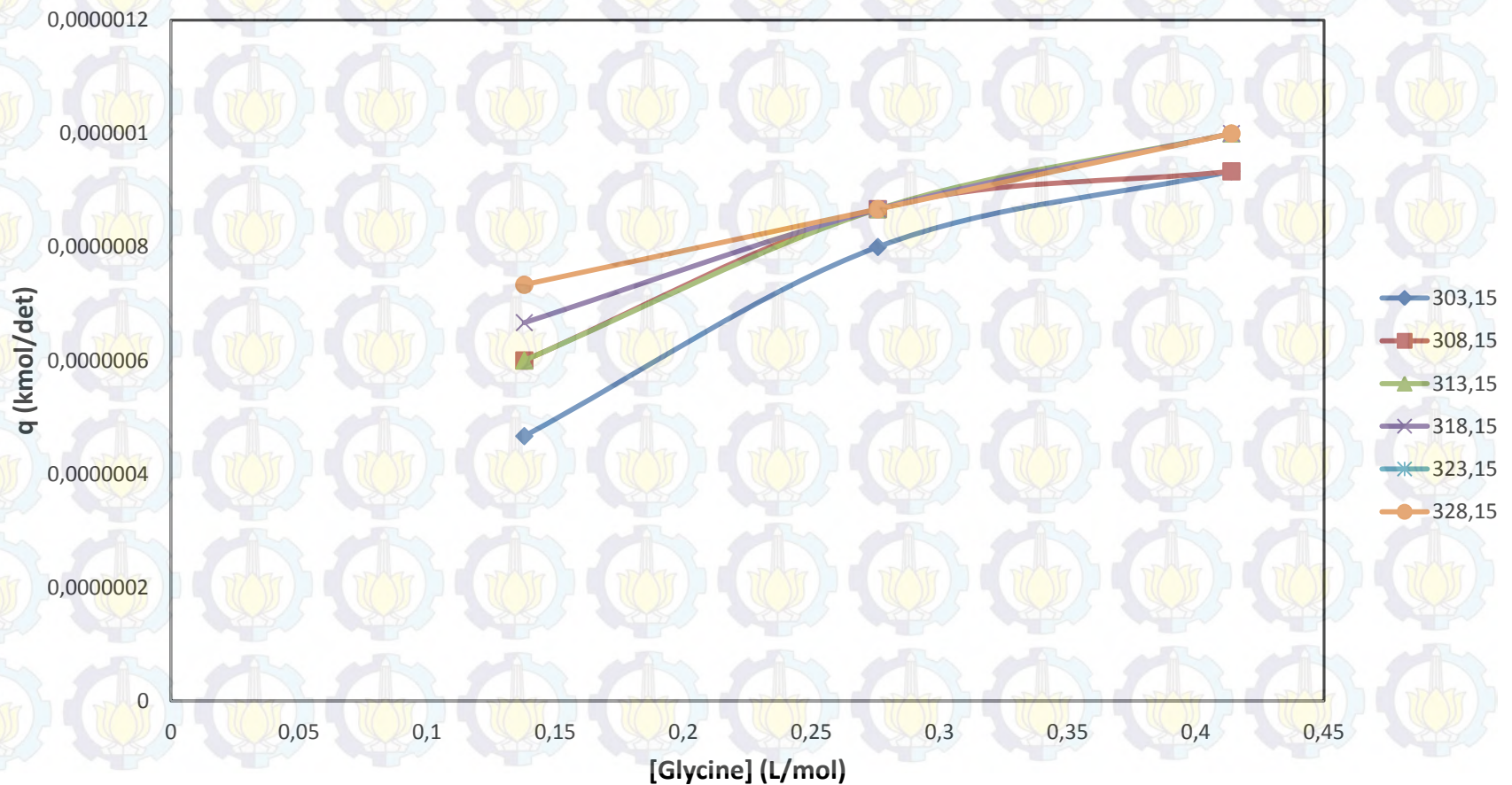
Pengaruh Kenaikan Suhu Terhadap Laju Absorpsi Karbon Dioksida





PEMBAHASAN

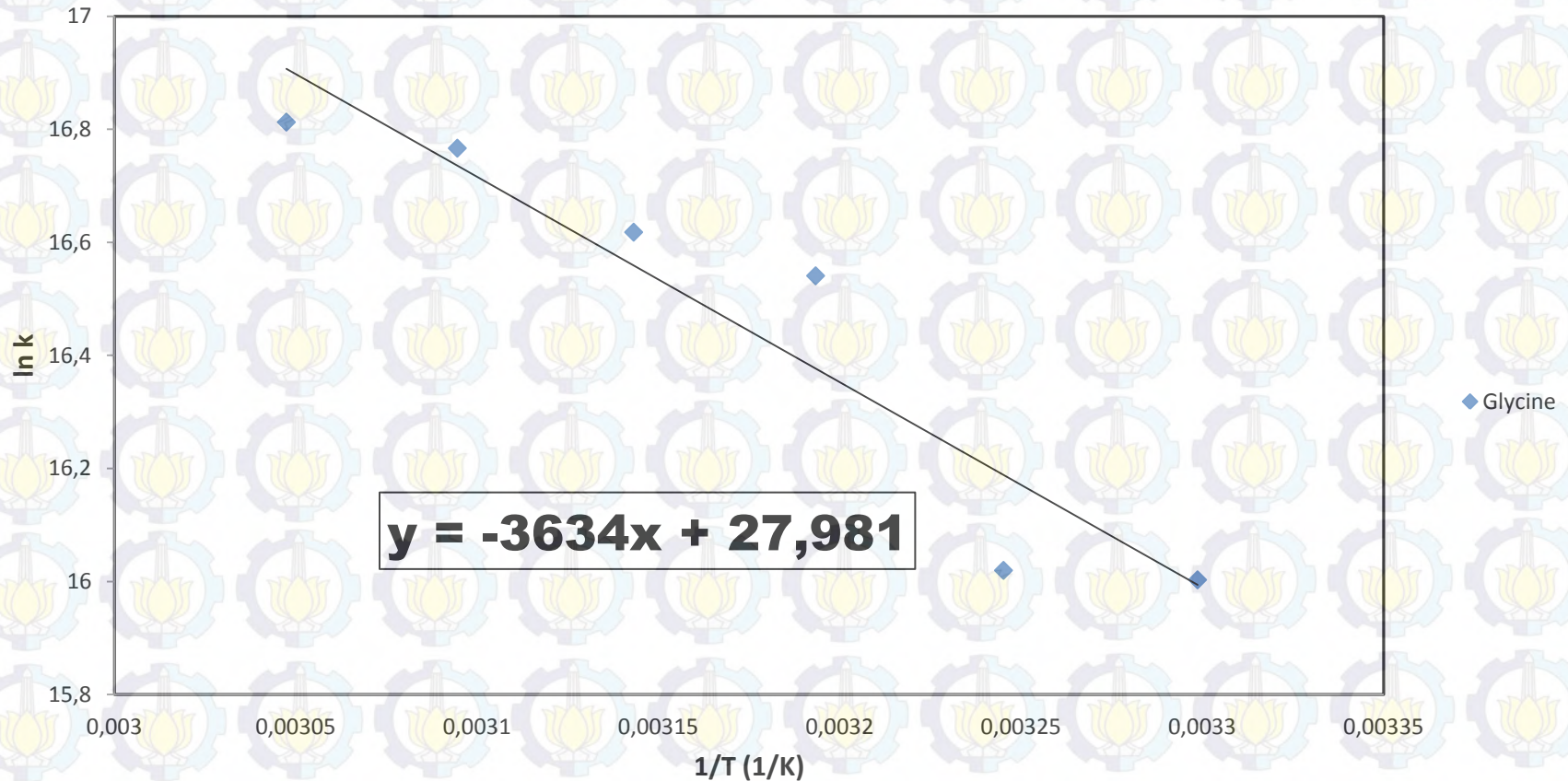
Pengaruh Konsentrasi Promotor Terhadap Laju Absorpsi Karbon Dioksida





PEMBAHASAN

Kereaktifan Promotor *Glycine* pada Absorpsi Karbon Dioksida





PEMBAHASAN

Pada gambar, didapatkan:

intersept = $\ln A = 27,981$

$A = \text{anti-}\ln(27,981)$

$A = 1.419 \times 10^{12}$

slope = $(-E/R) = -3634$

Sehingga diperoleh persamaan:

$$k_{\text{glycine}} = 1.419 \times 10^{12} \exp(-3634/T)$$

Hal ini dikarenakan *glycine* termasuk golongan senyawa amine primer yang menurut literatur mempunyai kemampuan lebih baik dalam absorpsi karbon dioksida dibandingkan dengan DEA yang merupakan senyawa amine sekunder (Ullmann, 2005). Serta *glycine* mempunyai ketahanan terhadap panas yang baik, sehingga tidak mudah terdegradasi



PEMBAHASAN

Perbandingan Persamaan Konstanta Reaksi Absorpsi Karbon Dioksida Berbagai Macam Pelarut

Pelarut	Persamaan k Pelarut	Nilai k (L/mol.s)	Referensi
Glycine	$1,419 \times 10^{12} \exp\left(\frac{-36347}{T}\right)$	8.829×10^6	Studi ini
DEA	$10^{\left(\frac{-2274,5}{T} + 10,4493\right)} \times [DEA]$	2.612×10^3	Blauwhoff, 1983
MEA	$9,56 \times 10^8 \exp\left(\frac{-3802,4}{T}\right)$	3.413×10^3	Aboudheir, 2006
MDEA	$2,58 \times 10^8 \exp\left(\frac{-3736,5}{T}\right)$	1.145×10^3	Aboudheir, 2006
[OH ⁻]	$2,53 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-4311}{T}\right)$	1.687×10^5	Thee, 2012



KESIMPULAN



KESIMPULAN

1. Kenaikan temperatur dari 303,15 K hingga 328,15 K akan meningkatkan laju absorpsi gas karbon dioksida berpromotor *glycine* sebesar **24,2%**.
2. Kenaikan konsentrasi promotor *glycine* dari 1-3% berat dalam larutan DEA menghasilkan kenaikan laju absorpsi gas karbon dioksida sebesar **59,764%**. Sehingga penambahan *glycine* sebagai promotor dapat menambah laju absorpsi karbon dioksida pada larutan DEA dan mampu menutupi kelemahan larutan DEA.
3. Dari penelitian ini didapatkan persamaan konstanta kinetika reaksi untuk *glycine* yaitu
$$k_{\text{glycine}} = 1.419 \times 10^{12} \exp (-3634/T) \text{ (m}^3/\text{kmol.s)}$$

Thank
you!